

A nitrogénműtrágyák hatásának vizsgálata ¹⁵N indikációval mikroparcellás kísérletben

LATKOVICS GYÖRGYNÉ

MTA Talajtani és Agrokémiai Kutató Intézete, Budapest

A különféle N-források hatását ¹⁵N indikációval különböző talajokon (alul nyitott, talajba süllyesztett műanyag-, farost-, ill. horganylemez-kerettel elhatárolt) mikroparcellás kísérletekben vizsgáltuk. Az eredményeinkről korábban több közleményben számoltunk be [3, 4, 5, 7]. Adataink azt mutatták, hogy a talajban maradt trágya-N az esetek többségében elérte, esetenként felül is múlta a növények által kivont N-mennyiséget. Az egyes kezelésekben a veszteségként elfogadott, az általunk vissza nem kapott trágya-N jelentős volt, elérte a beadott N-műtrágya felét is.

A N-műtrágyák hatásának tanulmányozására újabb mikroparcellás kísérletet állítottunk be az általunk korábban alkalmazott, ill. VARGA és SZŰCS [6] által továbbfejlesztett módszerrel. A kísérletben vizsgáltuk a jelzett ammónium-nitrát és a karbamid hatását és utóhatását az angolperje és a szudánifű szárazanyaghozamára, a növények nitrogénfelvételére, továbbá a talaj N-tartalmára és annak a talajszelvényben történő eloszlására. Az adatokból meghatároztuk a N-műtrágyák hasznosulását, és elkészítettük az izotópindikáció alapján számított N-mérleget.

Kísérleti anyag és módszer

A kísérletet az Őrbottyáni csernozjom jellegű meszes homokon állítottuk be. A talaj szántott rétegében a pH_{KCl} : 7,4; a humusztartalom: 1,00%; a $CaCO_3$: 11,2%; az összes-N-tartalom: 65,5 mg N/100 g talaj.

A kísérletben 200 kg N/ha hatóanyagnak megfelelő (2,512 g N/parcella) jelzett karbamidot és ammónium-nitrátot, 100 kg P_2O_5 /ha és 160 kg K_2O /ha hatóanyagnak megfelelő szuperfoszfátot és 40%-os kálisót szórtunk ki és 15 cm-re bemunkáltuk a talajba. A kísérletet négy évig folytattuk. A kezeléseknek megfelelő műtrágyákat 1975 és 1977 tavaszán vetés előtt juttattuk a talajba. 1976. és 1978. években utóhatást mértünk. A kísérletet 0,1256 m²-es parcellákon, három ismételtsben állítottuk be.

A kísérletben angolperjét és szudánifűvet vetettünk. A növényeket a tenyészidő alatt többször levágtuk. Vágásonként megmértük a növények légszáraz súlyát. Minden esetben meghatároztuk a növényi minták N-tartalmát, és megmértük az oldatok ¹⁵N relatív gyakoriságát. Az adatokból kiszámítottuk a növények által kivont összes-N-mennyiségeket és a jelzett trágyából származó nitrogént.

A negyedik év után, 1979. májusában a mikroparcellák talajait 20 cm-es rétegenként kiemeltük, súlyukat lemértük, majd megfelelő homogenizálás után a nedvességtartalom meghatározásához és a kémiai elemzésekhez mintát vet-

1. táblázat

A csapadék alakulása a kísérlet éveiben

(1) Hónapok	1975	1976	1977	1978	(2) 30 éves átlag (1950–79)
	mm				
Január	8	84	75	43	39
Február	7	4	89	31	37
Március	44	23	63	34	32
Április	46	56	38	57	48
Május	54	38	57	96	54
Június	59	48	90	82	77
Július	175	95	69	90	70
Augusztus	49	28	88	23	55
Szeptember	70	169	31	32	45
Október	72	94	19	31	43
November	23	66	60	23	61
December	46	139	28	37	52
a) Összesen	653	844	707	579	613

tünk. Meghatároztuk a talajok ásványi-N-tartalmát BREMNER és KEENEY szerint [1], az összes-N-mennyiséget BREMNER és SHAW által módosított OLSEN módszerrel [2] és megmértük az oldatokban a ^{15}N %-ot. A mért adatok alapján számítottuk ki a talajban maradt trágya-N-mennyiségeket.

Valamennyi kezelésben a felső 20 cm-es talajrétegből a gyökereket és a növényi maradványokat külön-külön kiszedtük, megmértük légszáraz súlyukat, és a szükséges kémiai analízist szintén elvégeztük.

Az 1. táblázat adataiból megállapítható, hogy a kísérlet ideje alatt az évi csapadékmennyiség mindössze egy esetben kevéssel maradt alatta a 30 éves átlagnak, míg a többi évben elérte, illetve meghaladta azt. 1976-ban 37%-os többletet kaptunk, a többi esetben az eltérés $-5,6$ és $+15\%$ között változott.

Az eredmények értékelése

A N-műtrágyázás hatása a növények szárazanyaghozamára és N-felvételére

A 2. táblázatban a műtrágyázás éveiben mért adatok láthatók. Az utóhatásokat külön nem értékeltük. A vágásonként bemutatott adatok a növények tenyészidő alatti szárazanyag-képződését és N-felvételét jól tükrözik. Mindkét évben a növények jelentős mennyiségű trágya-N-t vettek fel. Az első vágású angolperje összes-N-mennyiségének évtől és N-forrástól függően $\sim 70-79\%$ -a az adott N-trágyából származott. A vágások számának növekedésével csökkent a N-trágyából felvett N mennyisége; a negyedik vágáskor a

2. táblázat

A N-műtrágya hatása az angolperje és a szudánifű
szárazanyaghozamára és N-felvételére

(1) Kezelés és vágások száma	1975				1977			
	(2) Szár- anyag, g/parcella	(3) Kivont N, mg/parcella	(4) Trágyából származó N		(2) Szár- anyag, g/parcella	(3) Kivont N, mg/parcella	(4) Trágyából származó N	
			%	mg			%	mg
a) Karbamid	A) Angolperje				A) Angolperje			
1. vágás	21,0	926,5	68,2	630,9	27,3	1024,8	71,1	728,8
2. vágás	33,7	894,3	42,6	383,3	18,5	578,1	57,8	334,3
3. vágás	26,3	655,7	31,5	205,3	13,3	271,0	42,0	113,8
4. vágás	13,4	346,2	26,1	88,8	16,1	341,9	23,8	81,6
b) Összesen	94,4	2822,7		1308,3	75,2	2215,8		1258,5
NH ₄ NO ₃								
1. vágás	22,1	933,9	69,3	646,3	29,4	1084,8	78,6	853,1
2. vágás	28,5	795,5	46,4	364,6	21,0	587,8	62,2	366,0
3. vágás	23,9	544,4	28,5	158,7	9,6	215,7	49,3	106,4
4. vágás	10,2	230,3	20,1	46,3	13,8	220,8	27,8	61,5
b) Összesen	84,7	2504,1		1215,9	73,8	2109,1		1387,0
	B) Szudánifű				B) Szudánifű			
a) Karbamid								
1. vágás	11,0	336,8	65,6	220,7	55,2	967,2	61,7	596,4
2. vágás	19,7	528,2	56,0	311,1	19,2	362,2	46,6	168,9
3. vágás	—	—	—	—	38,2	321,4	37,0	119,2
b) Összesen	30,7	865,0		531,8	112,6	1650,8		884,5
NH ₄ NO ₃								
1. vágás	13,4	446,5	68,2	301,8	61,4	1284,7	57,3	737,3
2. vágás	27,1	713,5	54,3	393,6	21,6	467,2	45,9	214,8
3. vágás	—	—	—	—	39,1	336,5	28,2	95,0
b) Összesen	40,5	1160,0		695,4	122,1	2088,4		1047,1

növény által felvett összes nitrogénnek mindössze ~20–27%-a trágya-N. A szudánifű nitrogéntartalmának szintén jelentős hányada származott a beadott N-trágyából. Az első vágású szudánifűnél az összes kivont nitrogénnek évtől és N-forrástól függően ~57–68%-a volt trágya-N. A második vágás idejére ez ~46–56%-ra csökkent. 1977-ben a harmadik vágáskor a növény által kivont összes nitrogénnek ~28–37%-a származott az adott N-trágyából.

Az adatokból kitűnik, hogy a műtrágyázás éveiben a karbamid és az ammónium-nitrát hatására az angolperje N-felvétele közel azonos volt, a trágyából felvett N-mennyiségek között szignifikáns különbséget nem mutattunk ki. A szudánifűnél mindkét évben az ammónium-nitrátból felvett N-mennyiség felülmúlta a karbamidból származó N-mennyiségeket, a különbség azonban ez esetben sem szignifikáns. Az adatok azt is mutatják, hogy a két növény trágya-N-felvétele eltérő, ami a növény szárazanyag-képződésével és a nitrogén beépülésének intenzitásával függ össze.

A 3. táblázat jól tükrözi a két növény N-felvételét a trágyából és a talajból. Annak ellenére, hogy esetenként a két növény szárazanyaghozama közel azonos, a N-felvételben jelentős különbség mutatkozik. Négy év összegét

3. táblázat

A jelzett N-műtrágyák hasznosulása (hatás + utóhatás a 4 év alatt összesen)

(1) Kezelés és év	(2) Száras anyag, g/parcella	(3) Kivont összes N, mg/parcella	(4) Trágyából	(5) Talajból	(6) N-hasznosulás, %
			felvett N, mg		
A) Angolperje					
a) Karbamid					
1975	94,4	2822,7	1308,3	1514,4	
1976	46,7	863,5	51,6	811,9	
1977	75,2	2215,8	1258,5	957,3	
1978	182,8	1711,6	145,0	1566,6	
b) Összesen	399,1	7613,6	2763,4	4850,2	55,0
NH ₄ NO ₃					
1975	84,7	2504,1	1215,9	1288,2	
1976	45,2	776,2	39,9	736,3	
1977	73,8	2109,1	1387,0	722,1	
1978	152,6	1343,3	150,5	1192,8	
b) Összesen	356,3	6732,7	2793,3	3939,4	55,6
B) Szudánifű					
a) Karbamid					
1975	30,7	865,0	531,8	333,2	
1976	—	—	—	—	—
1977	112,6	1650,8	884,5	767,3	
1978	151,1	1360,7	81,8	1278,9	
b) Összesen	294,4	3876,5	1498,1	2379,4	29,8
NH ₄ NO ₃					
1975	40,5	1160,0	695,4	464,6	
1976	—	—	—	—	
1977	122,1	2088,4	1047,1	1041,3	
1978	140,7	1215,7	71,7	1144,0	
b) Összesen	303,3	4464,1	1814,2	2649,9	36,1

tekintve az angolperje által kivont N-mennyiség valamennyi esetben felülmúlja a szudánifű által felvett N-mennyiséget. Ez a különbség a felvett trágya-N mennyiségében is megmutatkozik.

Az adott viszonyok között az angolperje a karbamid és az ammónium-nitrát hatóanyagát azonos mértékben, 55%-ban hasznosította. A szudánifűnél kisebb értékeket kaptunk, a karbamid nitrogénje 29,8%-ban, az ammónium-nitráté 36,1%-ban hasznosult. A számítások szerint a N-műtrágyák hatását az 1976. évi utóhatás vizsgálata sem befolyásolta volna jelentősen.

A talaj nitrogéntartalmának változása a kezelések hatására

A 4. táblázatban foglaltuk össze a kísérlet befejezése után vett talajminták kémiai analízisének adatait, a talaj összes- és ásványi-N-tartalmára vonatkozó eredményeket. A kontrollhoz viszonyítva a N-trágyázás hatására csak az angolperje esetében nőtt a talaj összes-N-tartalma, a szudánifű esetében lényeges változás nem mutatható ki. A N-forrás hatása a talaj összes-N-tartalmára közel azonos.

4. táblázat
A kezelések hatása a talaj nitrogéntartalmára

(1) Kezelés és talajréteg, cm	(2) Angolperje			(5) Szudánifű		
	(3) Összes N, g/réteg	(4) Ásványi N		(3) Összes N, g/réteg	(4) Ásványi N	
		mg/réteg	az összes N %-ában		mg/réteg	az összes N %-ában
a) Karbamid						
0–20	30,3	764,1	2,52	24,9	583,2	2,34
20–40	30,0	772,4	2,57	25,3	534,9	2,11
40–60	19,9	423,9	2,12	18,9	345,8	1,85
60–80	17,1	477,6	2,80	16,0	368,2	2,30
80–100	12,7	401,2	3,16	12,3	333,2	2,71
100–120	8,8	363,3	4,12	8,6	309,2	3,62
0–120	118,8	3202,5	—	106,0	2474,5	—
NH ₄ NO ₃						
0–20	28,1	677,5	2,41	25,5	431,3	1,69
20–40	26,9	644,8	2,39	24,9	421,9	1,70
40–60	22,1	373,9	1,69	17,9	280,0	1,56
60–80	17,9	385,3	2,15	15,5	305,1	1,97
80–100	13,1	445,9	3,42	11,5	310,5	2,70
100–120	11,3	402,2	3,55	8,4	276,5	3,28
0–120	119,4	2929,6	—	103,7	2025,3	—
b) Kontroll (növény nélkül)						
0–20	23,3	353,5	1,51			
20–40	21,9	322,2	1,47			
40–60	18,1	283,7	1,56			
60–80	18,6	278,5	1,50			
80–100	16,5	247,2	1,50			
100–120	9,4	268,1	2,86			
0–120	107,8	1753,2	—			

Az ásványi-N-tartalom a kezelések hatására valamennyi esetben jelentősen nőtt, az összes nitrogénnek 1,56–4,12%-át adta. Kezelésként és talajrétegenként a mért ásványi-N-mennyiségekben jelentős különbségek mutatkoztak; a legkisebb értékeket a kontrollparcella talajaiban mértük. Az adatokból az is látható, hogy az összes-N-mennyiségekhez viszonyított ásványi-N-tartalom az alsóbb talajrétegekben nő.

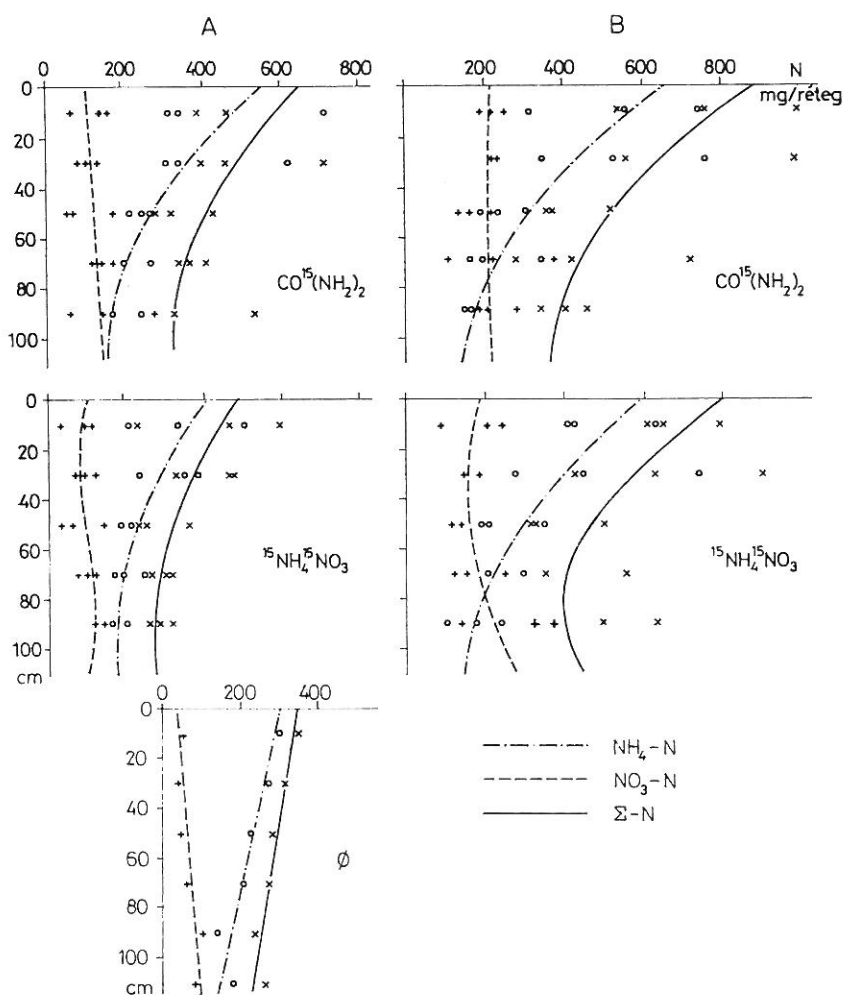
A talaj ásványi-N-tartalmában megmutatkozó kezeléshatásokat jól szemlélteti az 1. ábra. Szembetűnő a két kísérleti növény eltérő hatása a talaj ásványi-N-tartalmára; az angolperje alatt a talaj ásványi-N-tartalma jóval felülmúlja a szudánifűnél mért értékeket. Az is megállapítható, hogy a tavaszi mintavételnél a talaj NH₄-N-tartalma nagyobb volt, mint a NO₃-N mennyisége.

Az 5. táblázatban a talajban meghatározott trágya-N-mennyiségeket foglaltam össze. Az adatokból látható, hogy a talajba adott trágya-nitrogénnek kezelésektől függően 22,8–31,7%-a maradt a 120 cm-es talajrétegben. A felső 40 cm-es talajrétegben az adott nitrogénnek 17,6–26,8%-a volt kimutatható, amely a 120 cm-es rétegben meghatározott trágya-N-mennyiségnek 74,8–84,6%-át teszi ki, vagyis a vizsgált mélységig a talajban maradt trá-

gya-N zömét a felső 40 cm-es rétegben mutattuk ki. Ezt jól szemlélteti a 2. ábra is.

Az 5. táblázat összesen rovatában láthatjuk a 120 cm-es talajrétegben meghatározott trágya-N-mennyiségeket. A variancia-analízis szerint a kölcsönhatás 5%-os szinten szignifikáns. Kísérletünkben angolperjénél a karbamidkezelésben szignifikánsan több trágya-N maradt a talajban, mint az ammónium-nitrát esetében. A szudánifű alatt a talajban levő trágya-N mennyiségében a két N-forrás esetében szignifikáns különbség nem mutatható ki. Ami a növényeket illeti, az angolperjénél a karbamidból, a szudánifű esetében pedig az ammónium-nitrátból maradt több nitrogén a talajban.

A 6. táblázatban az izotópindikáció alapján számított N-mérleget közöljük. Az adatokból kitűnik, hogy kísérletünkben a talajba adott N-műtrágya



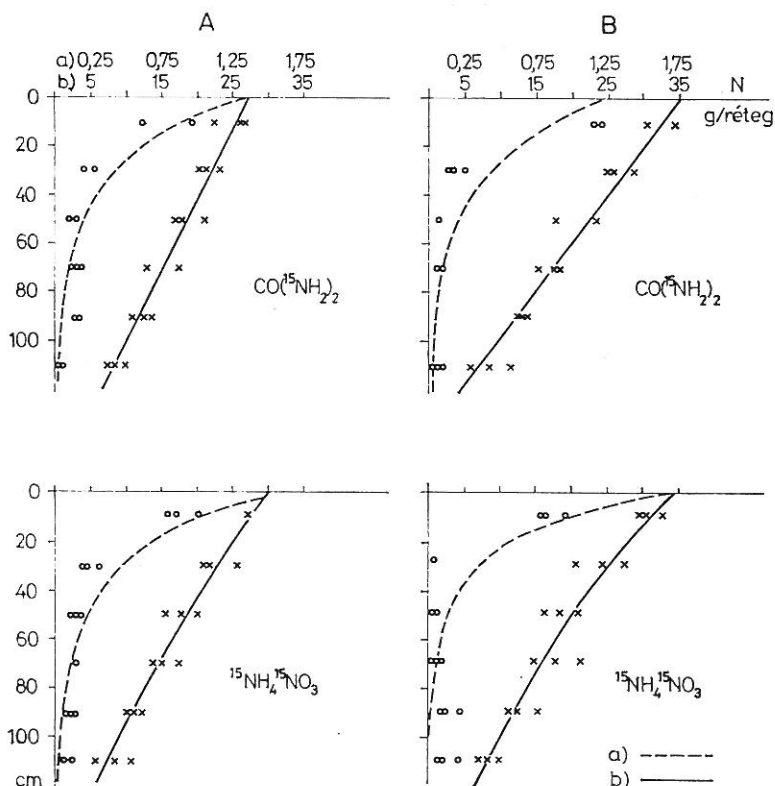
1. ábra

A kezelések hatása a talaj ásványi-N-tartalmára. A) Szudánifű. B) Angolperje

5. táblázat

 A talajban maradt trágya- ^{15}N mennyisége

(1) Talajréteg cm	(2) Angolperje				(4) Szudánifű			
	(3) Karbamid		NH_4NO_3		(3) Karbamid		NH_4NO_3	
	g/par- cella	adott N %-ában	g/par- cella	adott N %-ában	g/par- cella	adott N %-ában	g/par- cella	adott N %-ában
0-20	1,168	23,2	0,853	17,0	0,828	16,5	0,884	17,6
20-40	0,179	3,6	0,025	0,6	0,232	4,7	0,225	4,5
40-60	0,101	2,0	0,010	0,2	0,125	2,5	0,137	2,7
60-80	0,066	1,3	0,042	0,8	0,091	1,8	0,101	2,0
80-100	0,034	0,7	0,123	2,4	0,071	1,4	0,074	1,5
100-120	0,044	0,9	0,090	1,8	0,012	0,2	0,060	1,2
a) Összesen*	1,592	31,7	1,143	22,8	1,359	27,1	1,481	29,5
b) 0-40 cm-es rétegben maradt trágya az összes %-ában		84,6		76,8		77,9		74,8

 * c) $\text{SzD}_5\%$ (bármely két kezelés között) = 0,24


2. ábra

 A trágya- ^{15}N eloszlása a talajszelvényben. A) Szudánifű. B) Angolperje. a) A jelzett trágyából származó N. b) Összes N

6. táblázat

Az izotópinkindikáció alapján számított N-mérleg

(1) Megnevezés	(2) Angolperje		(4) Szudánifű	
	(3) Karbamid	NH ₄ NO ₃	(3) Karbamid	NH ₄ NO ₃
a) Talajba adott ¹⁵ N-trágya, g/parcella	5,024	5,024	5,024	5,024
b) Növényel kivont trágya- ¹⁵ N, g/parcella	2,763	2,793	1,498	1,814
c) az adott N %-ában	55,0	55,6	29,8	36,1
d) Talajban maradt trágya- ¹⁵ N, g/parcella	1,592	1,143	1,359	1,481
e) az adott N %-ában	31,7	22,8	27,1	29,5
e) Különbség (veszteség)	0,669	1,088	2,167	1,729
e) az adott N %-ában	13,3	21,6	43,1	34,4

közel egyharmada — 22,8—31,7 %-a — maradt a talajban. A növény szempontjából veszteségként jelentkező, vissza nem kapott trágya-N mennyisége angolperjénél a talajba adott összes nitrogénnek 13,3—21,6 %-a, a szudánifűnél 34,4—43,1 %-a.

Összefoglalás

Csernozjom jellegű meszes homokon izolált mikroparcellás kísérletben ¹⁵N indikációval tanulmányoztuk a karbamid és az ammónium-nitrát hatását és utóhatását az angolperje és a szudánifű szárazanyaghozamára és N-felvételére, továbbá a talaj N-tartalmára és annak a talajszelvényben történő eloszlására. A kísérletet négy évig folytattuk, a műtrágyákat 1975- és 1977-ben juttattuk a talajba, 1976- és 1978-ban utóhatást mértünk. A kísérlet éveiben az évi csapadékmennyiség összege — egy évet kivéve — nem tért el lényegesen a 30 éves átlagtól.

Az első vágású növények által kivont nitrogénnek ~ 57—79 %-a származott a trágyából, ez a mennyiség a vágások számának növekedésével csökkent. Az adott kísérleti körülmények között a karbamidból és az ammónium-nitrátból felvett N-mennyiségek között szignifikáns különbséget nem mutatunk ki. A vizsgált két növény N-felvétele eltérő volt: a négy év összegét tekintve az angolperjéé valamennyi esetben felülmúlta a szudánifűét. Ez a különbség a trágya-N-tartalomban is megmutatkozott.

Az angolperje a karbamid és az ammónium-nitrát nitrogénjét azonos mértékben, ~ 55 %-ban, a szudánifű 29,8 ill. 36,1 %-ban hasznosította.

A talaj ásványi-N-tartalma a kezelések hatására jelentősen nőtt, mennyiségében a kezeléstől és a talajrétegtől függően különbségek adódtak. A talajba adott trágya-nitrogénnek kezelésektől függően 22,8—31,7 %-a maradt a 0—120 cm-es talajrétegben, ennek a mennyiségnek a zömét — 74,8—84,6 %-át — viszont a 40 cm-es rétegben találtuk. A növény szempontjából veszteségként jelentkező, vissza nem kapott trágya-N-mennyiség angolperjénél az alkalmazott N-hatóanyag 13,3—21,6 %-a, szudánifűnél 34 t—43,1 %-a.

Irodalom

- [1] BREMNER, J. M. & KEENEY, D. R.: Determination and isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: 3. Exchangeable ammonium, nitrate, and nitrite by extraction-distillation methods. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.* **30**, 577–582. 1966.
- [2] BREMNER, J. M. & SHAW, K.: Denitrification in soil. I. Methods of investigation. *J. Agric. Sci.* **51**, 22–39. 1958.
- [3] MÁTÉ, F. & LATKOVICS, GY.-NÉ: Különböző nitrogénműtrágyák hasznosulásának vizsgálata ^{15}N stabil izotóp jelzéssel. *Agrokémia és Talajtan* **15**, 75–84. 1966.
- [4] LATKOVICS GY.-NÉ, MÁTÉ, F. & VARGA, GY.: Nitrogénműtrágyák hasznosulásának ^{15}N izotópos vizsgálata. *Atomtechnikai Tájékoztató* **11**, 11–18. 1968.
- [5] LATKOVICS GY.-NÉ, VARGA, GY. & MÁTÉ, F.: Nitrogénműtrágyák hasznosulásának vizsgálata ^{15}N indikációval. *Agrokémia és Talajtan* **20**, 573–580. 1971.
- [6] VARGA, GY. & SZÜCS, L.: A nitrogénműtrágya vertikális mozgásának vizsgálata szabadföldi kísérletben ^{15}N indikációval. *Agrokémia és Talajtan* **25**, 55–70. 1976.
- [7] VARGA, GY., LATKOVICS, GY.-NÉ, & MÁTÉ F.: Nitrogénműtrágyák hasznosulásának vizsgálata ^{15}N jelzéssel szabadföldi kísérletben. *Agrokémia és Talajtan* **22**, 257–264. 1973.

Érkezett: 1982. május 25.

Study on the Utilization of N Fertilizers by Labelling with ^{15}N in a Microplot Experiment

I. LATKOVICS

Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, Budapest

Summary

The effect and residual effect of urea and NH_4NO_3 on the dry matter yield and N uptake of rye-grass and Sudan grass, as well as on the N status of the soil and the distribution of N within the soil profile were studied with ^{15}N indication on a chernozem-like calcareous sandy soil in an isolated microplot experiment. Some characteristics of the ploughed layer of the soil are as follows: pH_{KCl} : 7.4; humus: 1%; CaCO_3 : 11.2%; total N content: 65.5 mg N/100 g soil.

In the experiment 2.512 g N/plot ^{15}N labelled urea and NH_4NO_3 (corresponding to 200 kg N/ha active agent), superphosphate (at the rate of 100 kg P_2O_5 /ha and 160 kg K_2O /ha) and potassium chloride (40%) were applied and worked into the soil to a depth of 15 cm.

The experiment was conducted in three replicate runs for four years. The fertilizers were applied before sowing in spring in 1975 and 1977. The residual effect was measured in 1976 and 1978.

During the four years — with the exception of one year — the annual rainfall did not differ considerably from the 30-year average.

The plants were cut several times during the vegetation period and the air dry weight as well as the N content of the cuttings were measured at each time. After the 4th year the mineral and total N contents of the soils of the micro plots were determined by 20 cm thick layers. Also the ^{15}N contents in the soil solutions were measured.

It has been found that 57–79% of the N contents of the first cuttings came from the fertilizer, and the percentage N amounts decreased with each cutting. Under the given experimental conditions there was no significant difference between the N amounts taken up from urea or from NH_4NO_3 .

The N uptake of rye-grass always surpassed that of Sudan grass. The difference was manifested also in the amounts of N taken up from the fertilizers.

Rye-grass utilized N both from urea and NH_4NO_3 in the same degree (55%), while Sudan grass utilized 29.8% from urea and 36.1% from NH_4NO_3 .

The mineral N content of the soil increased considerably due to the treatments but not to the same extent in each treatment and in each soil layer. Depending on the treat-

ment, 22.8–31.7% of fertilizer-N was found in the 0–120 cm layer, while the larger part (74.8–84.6%) of this amount accumulated in the upper 40 cm layer.

The amount of fertilizer-N not recovered (and thus "lost" for the plants) was 13.3–21.6% in the case of rye-grass and 34.4–43.1% with Sudan grass.

Table 1. Monthly distribution of annual rainfall in the four years of the experiment. (1) Months. *a)* total. (2) 30-year average.

Table 2. Effect of N fertilizers on the dry matter yield and N uptake of rye-grass and Sudan grass in 1975 and 1977. (1) Fertilizer applied and number of cuttings. *a)* urea; *b)* total. (2) Dry matter, g/plot. (3) Recovered N, mg/plot. (4) N from the fertilizer, % and mg. A) Rye-grass. B) Sudan grass.

Table 3. Utilization of labelled N fertilizers (effect + residual effect – total in 4 years). (1) Fertilizer applied and year. *a)* urea; *b)* total. (2) Dry matter, g/plot. (3) Total recovered N, mg/plot. (4) N from the fertilizer, mg. (5) N taken up from the soil, mg. (6) N utilization, %. A) Rye-grass. B) Sudan grass.

Table 4. Effect of treatments on the N content of the soil. (1) Fertilizer applied and soil layer, cm. *a)* urea; *b)* control (without plants). (2) Rye-grass. (3) Total N, g/layer. (4) Mineral N, mg/layer and as a percent of total N content. (5) Sudan grass.

Table 5. The amount of fertilizer- ^{15}N remaining in the soil. (1) Soil layer, cm. *a)* total; *b)* amount remaining in the 0–40 cm layer as a percent of the total; *c)* C. D. value at 5% (between any two treatments): 0.24. (2) Rye-grass. (3) Urea, g/plot and as a percent of applied N. (4) Sudan grass.

Table 6. N balance calculated on the basis of isotope labelling. (1) Factors. *a)* fertilizer- ^{15}N applied, g/plot; *b)* ^{15}N taken up by plants, g/plot; *c)* as a percent of the applied amount; *d)* fertilizer- ^{15}N remaining in the soil, g/plot; *e)* difference (loss). (2) Rye-grass. (3) Urea. (4) Sudan grass.

Fig. 1. The effect of treatments on the mineral N content of the soil. Vertical axis: depth, cm. Horizontal axis: N content, mg/layer. A) Sudan grass. B) Rye-grass.

Fig. 2. Distribution of fertilizer- ^{15}N within the soil profile. Vertical axis: depth, cm. Horizontal axis: N, g/layer. A) Sudan grass. B) Rye-grass. *a)* N from the labelled fertilizer. *b)* total N.

Ermittlung der Stickstoffdüngerwirkungen mittels ^{15}N -Indikation in einem Mikroparzellenversuch

I. LATKOVICS

Forschungsinstitut für Bodenkunde und Agrikulturchemie der Ungarischen Akademie der Wissenschaften, Budapest

Zusammenfassung

Die Wirkung und Nachwirkung von Harnstoff und Ammoniumnitrat wurde in einem auf kalkhaltigem Sandboden von Tschernozemcharakter in einem isolierten Mikroparzellenversuch bezüglich Trockensubstanzertrag und N-Aufnahme von Weidelgras und Sudangras, wie auch bezüglich des N-Gehaltes des Bodens und dessen Verteilung im Bodenprofil untersucht. Der pH(KCl)-Wert der Ackerkrume betrug 7,4, sein Humusgehalt 1%, der CaCO_3 -Gehalt 11,2% und endlich der gesamte N-Gehalt 65,5 mg N pro 100 g Boden. Im Versuch wurden 200 kg N/ha Wirkstoff entsprechender, mit ^{15}N markierter Harnstoff und Ammoniumnitrat (= 2,512 g N/Parzelle), sowie 100 kg P_2O_5 /ha und 160 kg K_2O /ha entsprechendes Superphosphat und 40%-iges Kalisalz ausgebracht und in 15 cm Tiefe in den Boden eingearbeitet.

Der Versuch mit 3 Wiederholungen wurde 4 Jahre hindurch geführt. Die Mineraldünger wurden im Frühjahr von 1975 und 1977 vor der Aussaat in den Boden gegeben. In den Jahren 1976 und 1978 wurde die Nachwirkung gemessen.

In den Versuchsjahren ist die jährliche Niederschlagsmenge – mit Ausnahme eines einzigen Jahres – von dem 30-jährigen Mittelwert nicht wesentlich abgewichen.

Die Pflanzen wurden während der Vegetationsperiode mehrere Male abgeschnitten. Ihr lufttrockenes Gewicht wurde je Schnitt abgewogen. In jedem Fall wurde der N-Gehalt und das ^{15}N -Verhältnis der Pflanzenproben bestimmt. Nach dem vierten Jahr wurde der gesamte und mineralische N-Gehalt, sowie das ^{15}N -Verhältnis des Bodens der Mikroparzellen in Schichten von 20 cm Stärke bestimmt.

Ungefähr 57–79% des durch die Pflanzen des ersten Schnittes entzogenen Stickstoffes entstammten dem Mineraldünger. Diese Menge nahm in den folgenden Schnitten ständig ab. Unter den gegebenen Versuchsverhältnissen konnten zwischen den aus dem Harnstoff und dem Ammoniumnitrat aufgenommenen N-Mengen keine signifikanten Unterschiede nachgewiesen werden.

Alle vier Jahre in Betracht genommen, hat die vom Weidelgras aufgenommene N-Menge in sämtlichen Fällen diejenige des Sudangrases übertroffen. Die Aufnahme des Stickstoffes aus den Düngern zeigte sich auch unterschiedlich.

Das Weidelgras hat den Stickstoff des Harnstoffes und des Ammoniumnitrates in gleichem Masse (zu 55%), das Sudangras ersteres zu 29,8%, letzteres zu 36,1% verwertet.

Der mineralische N-Gehalt des Bodens ist infolge der Behandlungen bedeutend gestiegen, von Behandlung und Bodenschichte abhängig in verschiedenem Masse. 22,8–31,7% des in den Boden gegebenen Dünger-Stickstoffes verblieben — abhängig von den Behandlungen — in der 0–120 cm Bodenschichte und 74,8–84,6% dieser Menge befanden sich in den oberen 40 cm.

Die für die Pflanzen als Verlust zu betrachtende Dünger-N-Menge betrug beim Weidelgras 13,3–21,6% und beim Sudangras 34,4–43,1%.

Tab. 1. Verlauf des Niederschlags in den Versuchsjahren. (1) Monate: a) Insgesamt. (2) 30-jähriger Mittelwert (1950–79).

Tab. 2. Wirkung des N-Mineraldüngers auf den Trockensubstanzertrag und die N-Aufnahme des Weidelgrases und des Sudangrases in den Jahren 1975 und 1977. (1) Varianten und Anzahl der Schnitte: a) Harnstoff; Insgesamt. (2) Trockensubstanz, g/Parzelle. (3) Aufgenommenes N, mg/Parzelle. (4) Aus dem Dünger stammendes N, % und mg. A) Weidelgras. B) Sudangras.

Tab. 3. Verwertung der markierten N-Mineraldünger (Summe von 4 Jahren). (1) Variante und Jahr: a) Harnstoff; b) Insgesamt. (2) Trockensubstanz, g/Parzelle. (3) Aufgenommenes N, mg/Parzelle. (4) Aus dem Düngemittel stammendes N, mg. (5) Aus dem Boden stammendes N, mg. (6) N-Verwertung, %. A) Weidelgras. B) Sudangras.

Tab. 4. Wirkung der Behandlungen auf den N-Gehalt des Bodens. (1) Variante und Bodenschichte, cm: a) Harnstoff; b) Düngungsvariante ohne Pflanzen (Kontrolle). (2) Weidelgras. (3) Gesamtes N, g/Schichte. (4) Mineralisches N, mg/Schichte und in %-enten des gesamten N-Gehaltes. (5) Sudangras.

Tab. 5. Menge des in dem Boden verbliebenen Dünger-N¹⁵-s. (1) Bodenschichte, cm: a) Insgesamt; b) In der 0–40 cm Bodenschichte verbliebenes Dünger-N¹⁵ in den %-enten des in der 0–120 cm Bodenschichte bestimmten Dünger-N¹⁵-s. c) GD_{5%} (zwischen zwei beliebigen Versuchsvarianten) = 0,24. (2) Weidelgras. (3) Harnstoff, g/Parzelle und in %-enten des gegebenen Stickstoffes. (4) Sudangras.

Tab. 6. N-Bilanz berechnet aufgrund der Isotopenindikation. (1) Bilanzposten: a) In den Boden gegebener ¹⁵N-Dünger, g/Parzelle; b) durch die Pflanzen entzogenes Dünger-¹⁵N, g/Parzelle; c) in %-enten des gegebenen Stickstoffes; d) im Boden verbliebenes Dünger-¹⁵N, g/Parzelle; e) Differenz (Verlust). (2) Weidelgras. (3) Harnstoff. (4) Sudangras.

Abb. 1. Wirkung der Düngervarianten auf den mineralischen N-Gehalt des Bodens. Ordinate: cm. Abscisse: N, mg/Schichte. A) Sudangras. B) Weidelgras.

Abb. 2. Verteilung des Dünger-¹⁵N-s im Bodenprofil. Ordinate: cm. Abscisse: N, g/Schichte. A) Sudangras. B) Weidelgras. a) aus dem markierten Dünger stammendes N. b) gesamtes N.

Изучение в микроделяночных опытах влияния азотных минеральных удобрений методом мечения ¹⁵N

И. ЛАТКОВИЧ

Научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии Венгерской Академии Наук, Будапешт

Резюме

В микроделяночных опытах, заложенных на черноземовидном карбонатном песке, методом мечения изотопом ¹⁵N изучили действие и последствие мочевины и нитрата аммония на выход сухого вещества английского райграсса и суданской травы, на усвоение

азота, на его содержание в почве и распределение по почвенному профилю. Химический состав верхнего слоя изученной почвы: pH — 7,4, содержание гумуса 1%, CaCO_3 — 11,2%, общее содержание азота 65,5 мг/100 г почвы. В опыте внесли, заделывая в почву на глубину 15 см, 200 кг/га действующих начал азота (2,512 г азота на деленку) в виде меченных ^{15}N мочевины и нитрата аммония, 100 кг/га P_2O_5 в виде суперфосфата и 160 кг/га K_2O 40%-ой калийной соли.

Опыт заложили в трех повторностях и вели четыре года. Минеральные удобрения внесли весной 1975 и 1977 года перед посевом. В 1976 и 1978 году измерили последствие.

В годы проведения опыта сумма годовых осадков — за исключением одного года — не отличалась от средней величины 30-ти лет.

За вегетационный период растения срезали несколько раз. По отдельным срезам измеряли воздушносухой вес растительной массы. В каждом случае в растительных образцах определили содержание азота. После четвертого года опыта содержание минерального и общего азота определили по слоям 20 см. В каждом случае в растворах определили процентное содержание ^{15}N .

При первом срезе в растениях примерно 57—79% извлеченного азота происходило из минеральных удобрений, это количество с увеличением числа срезов снижалось.

В условиях данного опыта между азотом, усвоенным из мочевины и нитрата аммония, достоверных разниц не наблюдали.

Вообщем за четыре года количество азота, усвоенного английским райграссом во всех случаях превышало количество азота, усвоенного суданкой. Эти разницы были заметны и в содержании азотных удобрений.

Английский райграсс усвоил из мочевины и нитрата аммония примерно одинаковое количество азота — 55%, суданка 29,8% и 36,1%.

По вариантам в слое почвы 0—120 см осталось 22,8—31,7% от внесенных азотных минеральных удобрений, максимум — 74,8—84,6% от указанного количества, отмечали в слое 40 см.

Не полученный обратно, пропавший для растений азот минеральных удобрений для английского райграсса составлял 13,3—21,6%, для суданки 34,4—43,1% от внесенных азотных удобрений.

Табл. 1. Условия выпадения атмосферных осадков в годы проведения опыта. (1) Месяц. а) Всего (2) Среднее 30-ти лет (1950—1979).

Табл. 2. Влияние азотного минерального удобрения на урожай сухого вещества и усвоение азота английским райграссом и суданкой, в 1975 и 1977 гг. (1) Вариант обработки и срезы: а) Мочевина. б) Всего. (2) Сухое вещество, г/деланка. (3) Усвоенный азот, мг/деланка. (4) Азот из удобрения, % и мг. А) Английский райграсс. В) Суданская трава.

Табл. 3. Усвоение меченных минеральных удобрений (всего за 4 года). (1) Вариант обработки и год. а) Мочевина. б) всего. (2) Сухое вещество, г/деланка (3) Общее количество усвоенного азота, мг/дел. (4) Азот усвоенный из удобрения, мг. (5) Азот усвоенный из почвы, мг. (6) Процентное усвоение азота. А) Английский райграсс. В) Суданская трава.

Табл. 4. Влияние обработок на содержание азота в почве. (1) Вариант обработки и слой почвы, см. а) Мочевина. б) Контроль. (без растений). (2) Английский райграсс. (3) Общий азот, г/слой. (4) Минеральный азот, мг/слой и в процентах от общего азота. (5) Суданская трава.

Табл. 5. Оставшийся в почве азот меченного удобрения. (1) Слой почвы, см. а) Всего. б) ^{15}N -удобрения, оставшийся в 0—40 см слое почвы в процентах от ^{15}N -удобрения, оставшегося в слое почвы 120 см. в) $\text{CNR}_{5\%}$ (между двумя любыми вариантами) = 0,24. (2) Английский райграсс. (3) Мочевина, г/деланка и в процентах от внесенного азота. (4) Суданская трава.

Табл. 6. Баланс азота рассчитанный на основании изотопного мечения. (1) Название. а) ^{15}N — минеральное удобрение внесенное в почву, г/деланка. б) ^{15}N — минеральное удобрение усвоенный растениями, г/деланка. в) В процентах от внесенного азота. д) Оставшийся в почве ^{15}N — удобрения, г/деланка. е) Разница (потеря). (2) Английский райграсс. (3) Мочевина. (4) Суданская трава.

Рис. 1. Влияние обработок на содержание в почве минерального азота. По вертикальной оси: см. По горизонтальной оси: азот, мг/слой А) Суданская трава. В) Английский райграсс.

Рис. 2. Распределение ^{15}N — удобрения по почвенному профилю. По вертикальной оси: см. По горизонтальной оси: азот, г/слой. А) Суданская трава. В) Английский райграсс. а) Азот из меченного удобрения. б) Общий азот.